

Departement für Pferde der Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich

Direktor: Prof. Dr. med. vet. Dr. h. c. Jörg A. Auer

# **Untersuchungen zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften von Pferdeknochen**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der  
Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von

**Diana Blaser**

Tierärztin  
von Langnau (BE)

genehmigt auf Antrag von  
PD Dr. med. vet. Anton Fürst  
Prof. Dr. med. vet. Hans Geyer

Zürich 2009

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Summary</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Literaturübersicht</b>	<b>5</b>
4.1	Knocheneigenschaften	5
4.1.1	Aufbau und Besonderheiten des Knochens	5
4.1.2	Strain rate	7
4.2	Methoden zur Bestimmung mechanischer Eigenschaften von Knochen	7
4.3	Einflussfaktoren	10
4.3.1	Probenaufbewahrung	10
4.3.2	Die Altersabhängigkeit	11
<b>5</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>12</b>
5.1	Material	12
5.2	Vorbereiten der Knochen	12
5.3	CT-Daten	13
5.4	Nicht-destruktive Torsionstests	13
5.5	Drei-Punkt-Biegeversuch	16
5.6	Herstellung der Knochenproben für Ultraschall-, Kompressionsversuche und Dichtemessung	19
5.7	Ultraschallmessung	20
5.8	Dichtemessung	21
5.8.1	Dichtebestimmung nach Archimedes	21
5.8.2	Helium-Pyknometrie	22
5.9	Kompressionstests	22
5.10	Statistische Methoden	23
<b>6</b>	<b>Resultate</b>	<b>24</b>
6.1	Bestimmung der Medianwerte	24
6.1.1	Torsionssteifigkeit	24
6.1.2	Biegesteifigkeit	24
6.1.3	Dichtemessung nach Archimedes und Helium-Pyknometrie	25
6.1.4	Dichtebestimmung anhand der Computertomographie	26
6.1.5	Ultraschallmessungen	26
6.1.6	Kompressionsversuche	27
6.2	Einfluss von Richtung und Lokalisation auf die Strukturparameter Archimedesdichte, CT-Dichte, Dichte aus Heliumpyknometrie, Laufgeschwindigkeit und Kompressions-E-Modul	28
6.2.1	Dichtemessungen	29
6.2.2	Kompressionsversuche	30
6.2.3	Ultraschallmessungen	30
6.3	Korrelationen	30
6.3.1	Biege- und Torsionsmessungen	30
6.3.2	Strukturparameter	31
<b>7</b>	<b>Diskussion</b>	<b>33</b>
7.1	Torsions- und Biegeversuche	34
7.2	Dichtemessungen	35
7.3	Kompressionsversuche	37
7.4	Bestimmung der Laufgeschwindigkeit	38

8	Schlussfolgerungen.....	39
9	Literaturverzeichnis.....	41
10	Anhang.....	47
11	Danksagung .....	55